



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift
⑩ DE 42 03 727 A 1

⑤1 Int. Cl.⁵:
B 41 J 2/46
B 41 J 2/45
G 02 B 6/04

②1 Aktenzeichen: P 42 03 727.1
②2 Anmeldetag: 6. 2. 92
④3 Offenlegungstag: 12. 8. 93

DE 42 03 727 A 1

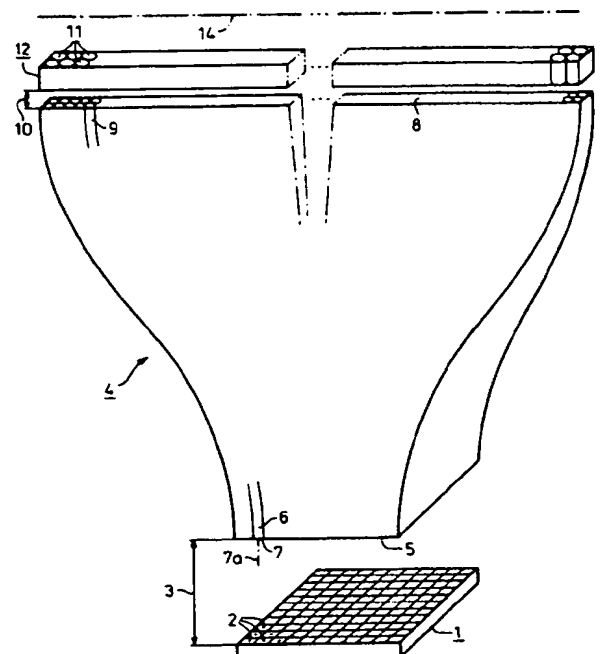
⑦1 Anmelder:
Siemens AG, 8000 München, DE

⑦2 Erfinder:
Houdeau, Detlef, Dipl.-Ing., 1000 Berlin, DE; Beyer,
Wolfgang, Dipl.-Ing., 1000 Berlin, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Lichtzuführvorrichtung

⑤7 Bei einer insbesondere für einen hochauflösenden optischen Druckkopf vorgesehenen Lichtzuführvorrichtung mit auf einem Substrat (1) angeordneten lichtemittierenden Elementen (2) und mit mindestens einer linearen Anordnung (12) von den lichtemittierenden Elementen (2) zugeordneten lichtfokussierenden Elementen (11) ist ein faseroptischer Querschnittswandler (4) vorgesehen, dessen lichteingangsseitige Faseranordnung (5) auf die Anordnung der lichtemittierenden Elemente (2) und dessen lichtausgangsseitige Faseranordnung (8) hinsichtlich Faserdurchmesser und Faserbeabstandung auf die gewünschte Auflösung und Teilung abgestimmt und den lichtfokussierenden Elementen (11) gegenüberliegend angeordnet ist. Damit ist die erzielbare Auflösung im wesentlichen nur durch die Anordnung der ausgangsseitigen Faserenden (9) bestimmt. Die lichtemittierenden (2) und die lichtfokussierenden Elemente (11) sind mechanisch und thermisch entkoppelt.



DE 42 03 727 A 1

Die Erfindung betrifft eine Lichtzuführvorrichtung, insbesondere für einen hochauflösenden optischen Druckkopf, mit auf einem Substrat angeordneten lichtemittierenden Elementen und mit mindestens einer linearen Anordnung lichtfokussierender Elemente, die den lichtemittierenden Elementen optisch zugeordnet sind. Das Substrat kann aus einem dotierten Halbleiterchip (z. B. p-Silizium) bestehen, auf dem die lichtemittierenden Elemente bildende pn-Übergänge geschaffen sind.

Eine derartige Lichtzuführvorrichtung ist aus dem Prospekt "Hitachi LED PRINTHEAD", 1989 der Fa. Hitachi Cable, Ltd. (Chiyoda Bldg. 2-12, Maruouchi, Chiyoda-ku, Tokyo, 100 Japan), beispielsweise unter der Bezeichnung HLA 324 A, bekannt. Diese bekannte, in einem optischen Druckkopf verwendete Lichtzuführvorrichtung enthält als lichtemittierende Elemente linear auf einem Substrat angeordnete lichtemittierende GaAlAs-Dioden, die gemäß eingangsseitig angelegten Druckdaten über eine Steuerschaltung zur gezielten Lichtemission ansteuerbar sind. Den lichtemittierenden Elementen sind lichtfokussierende Elemente aus einer linearen Anordnung selbstfokussierender Linsen (sog. Selfoc Lens Array) zugeordnet. Über die lichtfokussierenden Elemente wird das von den lichtemittierenden Elementen bedarfsweise abgegebene Licht auf einem beabstandet angeordneten Aufzeichnungsträger fokussiert.

Bei der bekannten Lichtzuführvorrichtung müssen die lichtemittierenden Elemente der gewünschten Anordnung und Teilung der auf dem Aufzeichnungsträger zu erzeugenden Bildpunkte entsprechend innerhalb geringster Toleranzen ausgebildet und positioniert werden. Zur Herstellung der bekannten Lichtzuführvorrichtung sind viele Füge- und Positionierschritte mit höchster Genauigkeit — insbesondere zwischen den lichtemittierenden Elementen — erforderlich. Wegen der Abstrahlcharakteristik der lichtemittierenden Elemente (Dioden) müssen diese einen verhältnismäßig großen Koppelabstand zu den lichtfokussierenden Elementen aufweisen, der sich in einem verhältnismäßig geringen Koppelwirkungsgrad niederschlägt. Um die lichtfokussierenden Elemente von Wärmeeinflüssen unbeeinträchtigt zu lassen, muß für eine möglichst hohe Wärmeabfuhr von dem Substrat gesorgt werden. Ein nicht funktionsfähiges lichtemittierendes Element auf dem Substrat beeinträchtigt direkt die Funktionsfähigkeit der Lichtzuführvorrichtung bzw. des Druckkopfes. Schließlich sind einer Erhöhung der Auflösung bzw. Teilung der zu erzeugenden Lichtpunkte auf dem Aufzeichnungsträger durch die Positionsgenauigkeit und — auch im Hinblick auf Trennprozesse des Substrats aus der Ausgangsplatte (Siliziumwafer) notwendige — Mindestabstände zwischen den lichtemittierenden Elementen Grenzen gesetzt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine einfach und kostengünstig herstellbare Lichtzuführvorrichtung zu schaffen, die sich durch eine positionsgenaue, hohe Auflösung auszeichnet.

Diese Aufgabe wird bei einer Lichtzuführvorrichtung der eingangs genannten Art gelöst durch einen faseroptischen Querschnittswandler, dessen lichteingangsseitige Faseranordnung auf die Anordnung der lichtemittierenden Elemente abgestimmt ist und dessen lichtausgangsseitige Faseranordnung hinsichtlich Faserdurchmesser und Faserbeabstandung auf die gewünschte

Auflösung und Teilung abgestimmt und den lichtfokussierenden Elementen gegenüberliegend angeordnet ist. Faseroptische Querschnittswandler sind für sich auf anderen Gebieten der Optik, beispielsweise im Zusammenhang mit einer Einrichtung zum Abtasten durchsichtiger Bildvorlagen aus dem deutschen Gebrauchsmuster G 85 26 934.4, bekannt.

Ein wesentlicher Vorteil der erfindungsgemäßen Lichtzuführvorrichtung besteht in der mechanischen und thermischen Entkopplung der auf dem Substrat angeordneten lichtemittierenden Elemente von den lichtfokussierenden Elementen; durch elastische Eigenschaften des Querschnittswandlers kann das Substrat mit den lichtemittierenden Elementen annähernd beliebig in bezug auf die gewünschte Fokussierungsebene angeordnet werden. Die lichtemittierenden Elemente können direkt auf einem Kühlkörper zur optimalen Wärmeabfuhr angeordnet werden. Ein weiterer wesentlicher Vorteil der erfindungsgemäßen Lichtzuführvorrichtung besteht darin, daß die lichtemittierenden Elemente nahezu beliebig auf dem Substrat angeordnet werden können, ohne die positionsgenaue Ausgabe der fokussierten Lichtpunkte z. B. auf einem Aufzeichnungsträger zu beeinflussen. Die erfindungsgemäße Lichtzuführvorrichtung hat ferner den wesentlichen Vorteil, daß auch funktionsgestörte oder unbrauchbare einzelne lichtemittierende Elemente bei der Herstellung der Lichtzuführvorrichtung nicht zwangsläufig zum Ausschluß des gesamten Substrats (z. B. des Silizium-Halbleiterchips mit den die lichtemittierenden Elemente bildenden pn-Übergängen) führen; die defekten lichtemittierenden Elemente werden entweder nicht an den faseroptischen Querschnittswandler angekoppelt oder das einem defekten lichtemittierenden Element zugeordnete lichtausgangsseitige Faserende wird nicht einem lichtfokussierenden Element gegenüber angeordnet. Zusätzlich vorgesehene lichtemittierende Ersatzelemente können anstelle der defekten Elemente an den faseroptischen Querschnittswandler angekoppelt und ersatzweise angesteuert werden. Zwischen den lichtemittierenden Elementen und der lichteingangsseitigen Faseranordnung des Querschnittswandlers ist ein verhältnismäßig geringer Abstand ermöglicht, der einen wesentlich verbesserten Koppelwirkungsgrad bewirkt. Damit ist eine geringere Lichtintensität ausreichend, die eine Reduzierung der Energieaufnahme und der Wärmeumsetzung auf dem Substrat erlaubt. Die erfindungsgemäße Lichtzuführvorrichtung gestattet einen einfachen modularen Aufbau.

Zur Reduzierung der Einkoppelverluste zwischen den lichtemittierenden Elementen und der lichteingangsseitigen Faseranordnung ist gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung vorgesehen, daß zwischen den lichtemittierenden Elementen und den Stirnflächen der lichteingangsseitig angeordneten Faserenden ein von der Stirnflächennormalen abweichender Lichteinfallswinkel vorgesehen ist. Der so gebildete Winkel zwischen Lichteinstrahlrichtung und Faserstirnflächennormalen muß innerhalb der numerischen Apertur liegen.

Eine fertigungstechnisch besonders vorteilhafte Möglichkeit der Reduzierung der Einkoppelverluste besteht darin, daß die Stirnflächen der lichteingangsseitigen Faserenden abgeschrägt sind.

Eine besonders hohe Auflösung wird gemäß einer vorteilhaften Fortbildung der erfindungsgemäßen Lichtzuführvorrichtung dadurch erreicht, daß die Faserenden der lichtausgangsseitigen Faseranordnung unter dichtester Packung zweireihig parallel versetzt ange-

ordnet sind.

Ein besonders kompakter, platzsparender und das Grundmaterial eines substratbildenden Silizium-Halbleiterchips gut ausnutzender Aufbau läßt sich gemäß einer weiteren vorteilhaften Fortbildung der erfindungsgemäßen Lichtzuführvorrichtung dadurch erreichen, daß die lichtemittierenden Elemente auf dem Substrat zweidimensional in Matrixform verteilt sind.

Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung wird nachfolgend anhand einer Zeichnung näher erläutert; es zeigen

Fig. 1 ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Lichtzuführvorrichtung und

Fig. 2 eine Draufsicht auf lichtfokussierende Elemente der erfindungsgemäßen Lichtzuführvorrichtung.

Die in Fig. 1 dargestellte erfindungsgemäße Lichtzuführvorrichtung ist für die Verwendung bei einem hochauflösenden optischen Druckkopf ausgebildet und enthält ein im wesentlichen quadratisches Substrat 1 aus p-dotiertem Silizium, auf dem eine Vielzahl lichtemittierender Elemente 2 in Form von pn-Übergängen ausgebildet ist. Diese sind mittels einer nicht gezeigten Ansteuerschaltung gemäß auszugebender Druckdaten erregbar. Bei Erregung gibt ein lichtemittierendes Element 2 für eine vorgegebene Zeitdauer einen Lichtimpuls ab.

In einem Abstand 3 von dem Substrat 1 ist ein faseroptischer Querschnittswandler 4 angeordnet, dessen lichteingangsseitige Faseranordnung 5 auf die Anordnung der lichtemittierenden Elemente 2 abgestimmt ist. Dazu ist jeweils mindestens ein (stark vergrößert dargestelltes) Faserende 6 mit seiner Stirnfläche 7 im wesentlichen einem lichtemittierenden Element 2 gegenüberliegend angeordnet. Vorzugsweise sind die Stirnflächen 7 der lichteingangsseitigen Faserenden abgeschrägt, so daß die Lichteinkopplung in einem von der Stirnflächennormalen 7a abweichenden, innerhalb der numerischen Apertur liegenden Winkel erfolgt. Der faseroptische Querschnittswandler 4 weist als lichtausgangsseitige Faseranordnung 8 eine im wesentlichen lineare Anordnung der jeweils anderen Faserenden 9 auf, wobei die Beabstandung der Faserenden 9 auf die gewünschte Auflösung und Teilung abgestimmt ist. Den Faserenden 9 der lichtausgangsseitigen Faseranordnung 8 sind in einem vorgegebenen Abstand 10 als lichtfokussierende Elemente 11 jeweils selbstfokussierende Linsen in Form eines sog. "Selfoc-Lens-Arrays" 12 zugeordnet. Die lichtfokussierenden Elemente 11 haben einen Durchmesser von ca. 1 mm und fokussieren das aus den Faserenden 9 der lichtausgangsseitigen Faseranordnung 8 austretende Licht in vorgegebener Entfernung auf eine Brennebene 14, die z. B. auf einem nicht dargestellten Aufzeichnungsträger liegen kann. An der Fokussierung des aus einem Faserende 9 austretenden Lichts können mehrere Linsen des "Selfoc-Lens-Array" beteiligt sein, wobei deren Fokussierungsanteile zu einem scharfen Bildpunkt in der Brennebene beitragen.

Fig. 2 zeigt eine Ansicht der lichtfokussierenden Elemente 11 von der querschnittswandlerfernen Seite aus. Die lichtfokussierenden Elemente 11 sind in dichtester Packung (Parallelversatz 15) zweireihig angeordnet. Die lichtausgangsseitigen Faserenden 9 (Fig. 1) sind hinsichtlich ihrer zweireihigen Anordnung in dichtester Packung und in ihrem Durchmesser auf die gewünschte Auflösung und Teilung abgestimmt.

Der Querschnittswandler 4 ermöglicht eine im wesentlichen beliebige Anordnung der lichtemittierenden Elemente 2 auf dem Substrat 1, wobei lediglich die licht-

ausgangsseitige Faseranordnung 8 der Faserenden 9 auf die gewünschte Teilung abzustimmen ist. Damit ist die erzielbare Auflösung und Teilung von der Positioniergenauigkeit und der Miniaturisierung der lichtemittierenden Elemente unabhängig und im wesentlichen durch die Positionierung und Abmessungen der lichtausgangsseitigen Faserenden 9 bestimmt. Die lichtemittierenden Elemente 2 können in vorteilhafter Weise direkt auf einem Kühlkörper montiert werden. Eine Einzelpositionierung der lichtemittierenden Elemente 2 ist nicht erforderlich. Sollten einzelne lichtemittierende Elemente 2 nicht funktionstüchtig sein, kann dennoch das Substrat 1 mit den übrigen lichtemittierenden Elementen 2 verwendet werden, so lange die Gesamtzahl funktionierender lichtemittierender Elemente 2 die Zahl der notwendigen, zu erzeugenden Bildpunkte nicht unterschreitet. Der verhältnismäßig geringe Abstand 3 zwischen den lichtemittierenden Elementen 2 und der lichteingangsseitigen Faseranordnung 5 gewährleistet zusammen mit der vorzugsweise schrägen Lichteinstrahlung einen sehr günstigen Koppelwirkungsgrad.

Bei einer gewünschten Auflösung von z. B. 600 dpi (= dots per Inch/entsprechend 23,6 Punkte/mm) ergibt sich ein Abstand der Fasermittelpunkte in der lichtausgangsseitigen Faseranordnung 8 von 42 µm. Damit ist der Faserdurchmesser kleiner oder gleich 42 µm zu wählen; derartige Fasern sind marktüblich und werden beispielsweise von der Fa. SCHOTT, Wiesbaden geliefert (vgl. Prospekt der Fa. SCHOTT "Lichtleitfasern von SCHOTT" T 7104/3d V/87).

Patentansprüche

1. Lichtzuführvorrichtung, insbesondere für einen hochauflösenden optischen Druckkopf, mit auf einem Substrat (1) angeordneten lichtemittierenden Elementen (2) und mit mindestens einer linearen Anordnung lichtfokussierender Elemente (11), die den lichtemittierenden Elementen (2) optisch zugeordnet sind, **gekennzeichnet durch** einen faseroptischen Querschnittswandler (4), dessen lichteingangsseitige Faseranordnung (5) auf die Anordnung der lichtemittierenden Elemente (2) abgestimmt ist und dessen lichtausgangsseitige Faseranordnung (8) hinsichtlich Faserdurchmesser und Faserbeabstandung auf die gewünschte Auflösung und Teilung abgestimmt und den lichtfokussierenden Elementen gegenüberliegend (11) angeordnet ist.
2. Lichtzuführvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen den lichtemittierenden Elementen (2) und den Stirnflächen (7) der lichteingangsseitig angeordneten Faserenden (6) ein von der Stirnflächennormalen (7a) abweichender Lichteinfallswinkel vorgesehen ist.
3. Lichtzuführvorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Stirnflächen (7) der lichteingangsseitigen Faserenden (6) abgeschrägt sind.
4. Lichtzuführvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Faserenden (9) der lichtausgangsseitigen Faseranordnung (8) unter dichtester Packung mehrreihig angeordnet sind.
5. Lichtzuführvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die lichtemittierenden Elemente (2) auf dem Substrat (1) zweidimensional in Matrixform angeordnet

net sind.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

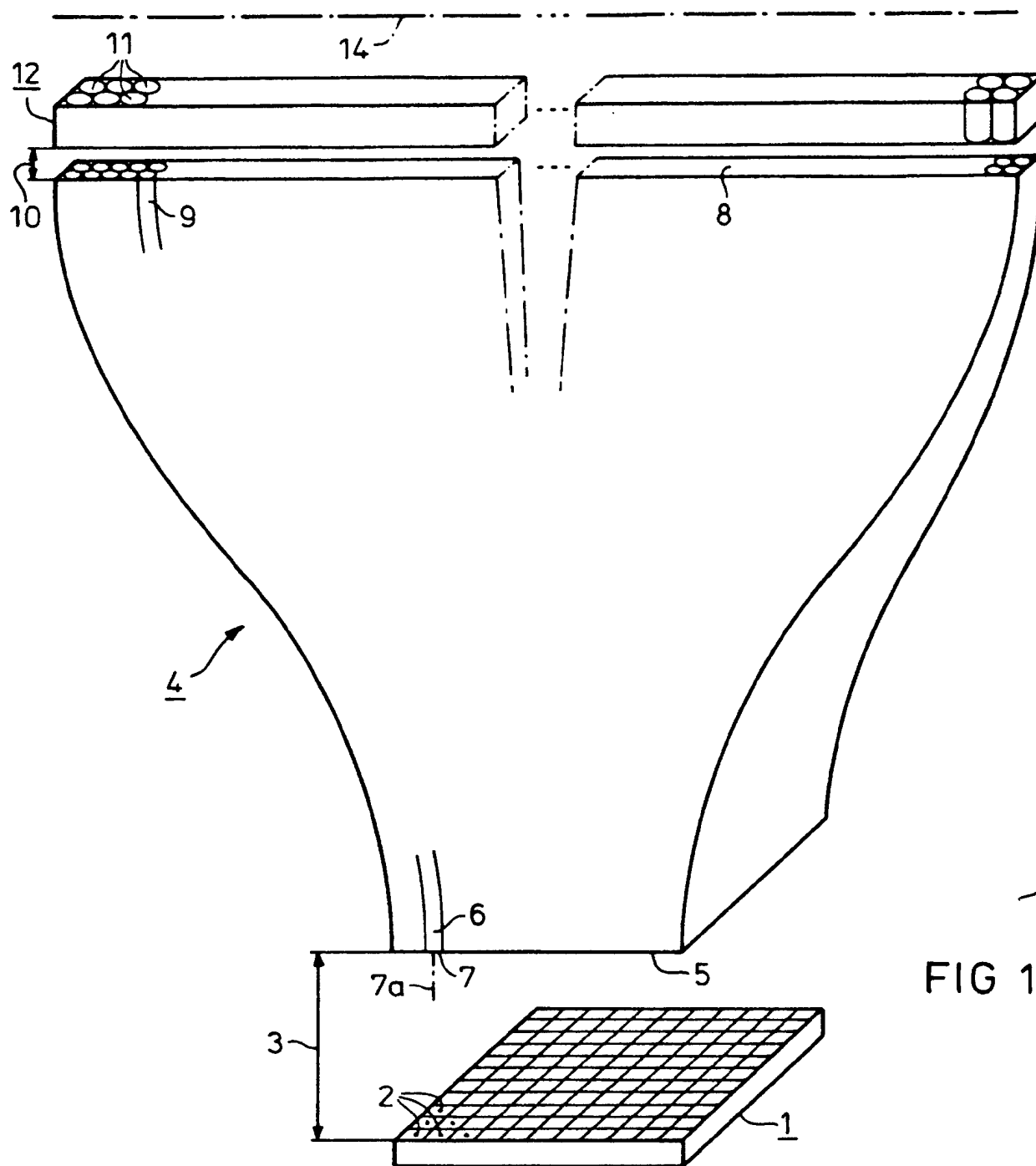


FIG 1

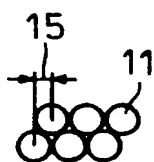


FIG 2